



Espacenet

## Bibliographic data: CN 1189269 (A)

### Self-healing network

**Publication date:** 1998-07-29

**Inventor(s):** MERLI S [SE]; TESTA F [SE]; NORBIATO R [SE] \*

**Applicant(s):** ERICSSON TELEFON AB L M [SE] \*

**Classification:**

- **international:** *H04B10/08; H04B10/20; H04J3/00; H04J3/08; H04L1/22; H04L12/437; H04Q11/00; H04J14/02;* (IPC1-7): H04J14/02; H04L12/437
- **European:** H04J14/02N4; H04J14/02P4S; H04L1/22; H04L12/437; H04Q11/00P4

**Application number:** CN19961095023 19960618

**Priority number (s):** SE19950002310 19950626; SE19950003573 19951012

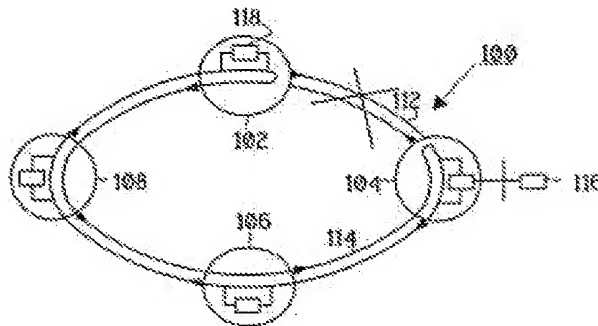
**Also published as:**

- CN 1094067 (C)
- WO 9701907 (A1)
- US 6088141 (A)
- MX 9710099 (A)
- JP 11508427 (T)
- more

Abstract not available for CN 1189269 (A)

Abstract of corresponding document:  
WO 9701907 (A1)

A communication network system (100) comprising at least three nodes, which are interconnected by transmission links (110) carrying traffic to and from the nodes. The transmission links (110) are divided into a working ring (112) and a protection ring (114) where the working ring (112) and the protection ring (114) can transmit traffic in opposite directions. A node is able to detect when an error occurs in the intermediate surrounding, transmission links (110), or the node. Each node can by itself divert traffic from the working ring (112) to the protection ring (114) and/or by itself divert traffic from the protection ring (114) to the working ring (112). A recovery action can be done when the error is healed.



[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

H04L 12/437

H04J 14/02

// H04L1/22, H04J3/08



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96195023.4

[43]公开日 1998年7月29日

[11] 公开号 CN 1189269A

[22]申请日 96.6.18

[30]优先权

[32]95.6.26 [33]SE[31]9502310-7

[32]95.10.12[33]SE[31]9503573-9

[86]国际申请 PCT/SE96/00794 96.6.18

[87]国际公布 WO97/01907 英 97.1.16

[85]进入国家阶段日期 97.12.25

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 S·梅尔埃 F·特斯塔 R·内比阿托

P·安德烈奥齐

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

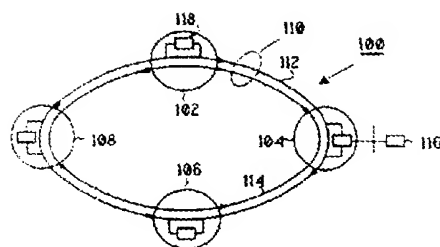
代理人 邹光新 王 岳

权利要求书 8 页 说明书 14 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 自愈网络

[57]摘要

一个通信网系统(100)包括至少三个节点,它们利用传递业务到和来自节点的传输链路(110)互连。传输链路(110)被分为工作环(112)和保护环(114),工作环(112)和保护环(114)可在相反方向发送业务。节点能够检测在中间周围、传输链路(110)或该节点中何时出现故障。每个节点可由它本身从工作环(112)转移业务到保护环(114)和/或由它本身从保护环(114)转移业务到工作环(112)。当故障愈合时可进行恢复动作。



## 权 利 要 求 书

1.一种通信节点（200，400），用来通过在输入光链路（210，220）上接收能量和在输出光链路（270，272）上发送能量与其它节点通信，该节点包括：

5        第一输入链路监视装置（222），用于检测从第一输入光链路（210）输入的能量；

      第二输入链路监视装置（224），用于检测从第二输入光链路（220）输入的能量；

10        光转换装置（214，232，402），将从第一或第二光输入链路输入能量转接到第一或第二光输出链路；和

      控制装置（258），接到该监视装置和开关装置，响应在一条或两条输入光链路上输入能量的检测，控制该节点变为工作的转接节点（106）或首节点（104）或尾节点（108）。

15        2.根据权利要求1的通信节点，其中当该链路监视装置检测从第一和第二输入链路输入能量时；控制装置控制此节点变为转接节点，从而该节点传送从第一输入链路来的能量到第一输出链路和传送从第二输入链路来的能量到第二输出链路。

20        3.根据权利要求1的通信节点，其中在该链路监视装置检测来自第一而不是第二输入链路的输入能量时，该控制装置控制该节点变为尾节点，从而该节点传送来自第一输入链路的能量到第二输出链路而不是到第一输出链路。

25        4.根据权利要求1的通信节点，其中在该链路监视装置检测来自第二而不是第一输入链路的输入能量时，该控制装置控制该节点变为首节点，从而该节点传送来自第二输入链路的能量到第一输出链路而不传送到第二输出链路。

      5.根据权利要求1至4的任一个权利要求的节点，其中：

      第一输入和输出链路连接到分开的其它节点，构成通信环网络的第一传输链路（112、512）的一部分；和

30        第二输入和输出链路连接到分开的其它节点，构成通信环网络的第二传输链路（114、514）的一部分。

      6.一种至少包括三个节点（200，400）的通信网络系统（100，

500 )，这些节点利用承载波长信道到和来自这些节点的传输链路 ( 110，510 ) 互连，传输链路分为第一传输链路 ( 112，512 ) 和第二传输链路 ( 114，514 )，这些节点具有用于第一传输链路的工作环输入 ( 202 ) 和工作环输出 ( 206 )，并且还具有用于第二传输链路的保护环输入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 )，其中第一和第二传输链路可在相反方向发送该波长信道，每个节点包括：

故障监视装置 ( 222，224 )，连接到工作环输入和保护环输入；

转换装置 ( 214，232，402 )，将波长信道从第一传输链路转换到第二传输链路；

10 本地控制单元 ( 258 )，连接到故障监视装置而且还接到转换波长信道的装置。

7.一种至少包括三个节点 ( 200，400 ) 的通信网络系统 ( 100，500 )，这些节点利用承载波长信道到和来自这些节点的传输链路 ( 110，500 ) 互连，传输链路分为第一传输链路 ( 112，512 ) 和第二传输链路 ( 114，514 )，这些节点具有用于第一传输链路的工作环输入 ( 202 ) 和工作环输出 ( 206 )，并且还具有用于第二传输链路的保护环输入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 )，其中第一和第二传输链路可在相反方向发送该波长信道，每个节点包括：

故障监视装置 ( 222，224 )，连接到工作环输入和保护环输入；

20 转换装置 ( 214，232，402 )，将波长信道从第二传输链路转换到第一传输链路；

本地控制单元 ( 258 )，连接到故障监视装置而且还接到转换波长信道的装置。

8.根据权利要求 6 或 7 的节点通信网络系统，其中这些节点包括：

25 接到该工作环输入的第一故障监视器 ( 222 )；和

接到该保护环输入的第二故障监视器 ( 224 )。

9.通信网 ( 100，500 ) 中的一个节点 ( 200，400 )，该节点利用承载波长信道到和来自节点的传输链路 ( 110，510 ) 互连到其它节点，该传输链路分为第一传输链路 ( 112，512 ) 和第二传输链路 ( 114，514 )，这些节点具有用于第一传输链路的工作环输入 ( 202 ) 和工作环输出 ( 206 )，并且还具有用于第二传输链路的保护环输入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 )，其中第一和第二传输链路可在相反方

向发送该波长信道,

每个节点包括:

故障监视装置 ( 222, 224 ), 连接到工作环输入和保护环输入;

5 转接装置 ( 214, 232 ), 将波长信道从第一传输链路转换到第二传输链路;

本地控制单元 ( 258 ), 连接到故障监视装置而且还接到转换波长信道的装置。

10. 通信网络 ( 100, 500 ) 中的一个节点 ( 200, 400 ), 该节点利用承载波长信道到和来自节点的传输链路 ( 110, 510 ) 互连到其它  
10 节点, 该传输链路分为第一传输链路 ( 112, 512 ) 和第二传输链路 ( 114, 514 ), 这些节点具有用于第一传输链路的工作环输入 ( 202 ) 和工作环输出 ( 206 ), 还具有用于第二传输链路的保护环输入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 ), 第一和第二传输链路可在相反方向发送该波长信道, 每个节点包括:

15 故障监视装置 ( 222, 224 ), 连接到工作环输入和保护环输入;  
转接装置 ( 214, 232 ), 将波长信道从第二传输链路转换到第一传输链路;

本地控制单元 ( 258 ), 连接到故障监视装置而且还接到转换波长信道的装置。

20 11. 根据权利要求 9 或 10 的节点, 包括:

接到该工作环输入的第一故障监视器 ( 222 ); 和

接到该保护环输入的第二故障监视器 ( 224 ) 。

12. 用于经过光传播装置接收和发送波长信道与其它光节点通信的一种光加入/取出多路复用器节点 ( 400 ), 该节点包括:

25 第一光传播装置 ( 210 );

接到第一光传播装置 ( 210 ) 的工作环输入 ( 202 );

第二光传播装置 ( 220 );

接到第二光传播装置 ( 220 ) 的保护环输入 ( 208 );

可在两个状态直通与交叉状态之间转换的一个光开关 ( 402 );

30 接到该工作环输入 ( 202 ) 的光开关 ( 402 ) 的第一光输入 ( 404 );

接到该保护环输入 ( 208 ) 的光开关 ( 402 ) 的第二光输入 ( 406 );

第一光断开开关 ( 264 );

- 接到第一光断开开关（ 264 ）的工作环输出（ 206 ）；  
接到该工作环输出（ 206 ）的第三光传播装置（ 270 ）；  
第二光断开开关（ 266 ）；  
接到第二光断开开关（ 266 ）的光开关（ 402 ）的第一光输出  
5 （ 408 ）；  
接到第二光断开开关（ 266 ）的保护环输出（ 204 ）；  
接到该保护环输出（ 204 ）的第四光传播装置（ 272 ）；  
接到第二光断开开关（ 266 ）的光开关（ 402 ）的第二光输出  
（ 410 ）；  
10 光耦合到该光开关（ 402 ）的第一输入（ 404 ）的第一故障监视器  
（ 222 ）；  
光耦合到该光开关（ 402 ）的第二输入（ 406 ）的第二故障监视器  
（ 224 ）；  
电连接到故障监视器（ 222， 224 ）的本地控制单元（ 258 ），所  
15 述本地控制单元（ 258 ）控制：光开关（ 402 ）、第一和第二断开开关  
（ 264， 266 ）； 和  
接到该本控制单元（ 258 ）的网络管理系统（ 116 ）。  
13.用于经过光传播装置接收和发送波长信道与其它光节点通信的  
一种光加入/取出多路复用器节点（ 200 ），该节点包括：  
20 第一光传播装置（ 210 ）；  
接到第一光传播装置（ 210 ）的工作环输入（ 202 ）；  
第二光传播装置（ 220 ）；  
接到第二光传播装置（ 220 ）的保护环输入（ 208 ）；  
可在两个状态直通与交叉状态之间转换的第一光开关（ 214 ）；  
25 接到该工作环输入（ 202 ）的第一光开关（ 214 ）的第一光输入  
（ 216 ）；  
接到保护环输入（ 208 ）的第一光开关（ 214 ）的第二光输入  
（ 218 ）；  
一个波长选择开关（ 226 ），它工作在直通和交叉状态；  
30 波长选择开关（ 226 ）的第一光输入（ 228 ）；  
接到第一光输入（ 228 ）的第一光开关（ 214 ）的第一光输出  
（ 230 ）；

一个线路终端 ( 274 ) ;

光连接到该线路终端 ( 274 ) 的一个输入 ( 242 ) 的该波长选择开关 ( 226 ) 第一光输出 ( 244 ) ;

该波长选择开关 ( 226 ) 的第二输入 ( 248 ) ;

5 所述波长选择开关 ( 226 ) 的第二光输出 ( 236 ) ;

光连接到该波长选择开关 ( 226 ) 的第二输入 ( 248 ) 的线路终端 ( 274 ) 上的一个输出 ( 246 ), 在直通状态它接到第二光输出 ( 236 ) ;

可在两个状态直通与交叉状态之间转换的第二光开关 ( 232 ) ;

10 接到该波长选择开关 ( 226 ) 的第二光输出 ( 236 ) 的第二光开关 ( 232 ) 的第一输入 ( 234 ) ;

第一光开关 ( 214 ) 的第二光输出 ( 240 ) ;

接到第一光开关 ( 214 ) 的第二光输出 ( 240 ) 的第二光开关 ( 232 ) 的第二光输入 ( 238 ) ;

第一光放大器 ( 260 ) ;

15 第一光断开开关 ( 264 ) ;

第二光开关 ( 232 ) 的第一输出 ( 250 ), 在直通状态耦合到第二光开关 ( 232 ) 的第一输入 ( 234 ) 并接到该光放大器 ( 260 ), 放大器 ( 260 ) 又接到该第一光断开开关 ( 264 ) ;

接到第一光断开开关 ( 264 ) 的工作环输出 ( 206 ) ;

20 接到该工作环输出 ( 206 ) 的第三光传播装置 ( 270 ) ;

第二光开关 ( 232 ) 的第二输出 ( 252 ), 在直通状态它接到第二输入 ( 238 ) ;

接到第四光传播装置 ( 272 ) 的保护环输出 ( 204 ) ;

接到保护环输出 ( 204 ) 的第二光断开开关 ( 266 ) ;

25 接到第二光断开开关 ( 266 ) 的第二光放大器 ( 262 ) ;

光耦合到第一光开关 ( 214 ) 的第一输入 ( 216 ) 的第一故障监视器 ( 222 ) ;

第二故障监视器 ( 224 ) 光耦合到第一光开关 ( 214 ) 的第二输入 ( 218 ) ;

30 第一功率检测监视器 ( 254 ) 光耦合到第二光开关 ( 232 ) 的第一输出 ( 250 ) ;

第二功率检测监视器 ( 256 ) 光耦合到第二光开关 ( 232 ) 的第二

输出 ( 252 ) ;

电连接到该故障监视器 ( 222, 224 ) 以及功率检测监视器 ( 254, 256 ) 的本地控制单元 ( 258 ) , 所述本地控制单元 ( 258 ) 控制: 第一及第二光开关 ( 214, 232 ) 、波长选择开关 ( 226 ) 和第一及第二光断开开关 ( 264, 266 ) ; 和

5 连接到该本地控制单元 ( 258 ) 的网络管理系统 ( 116 ) 。

14. 一种用于恢复至少三个节点的通信网系统 ( 100 , 500 ) 的方法, 节点利用传输链路 ( 110 , 510 ) 彼此互连, 每个节点有第一传输链路 ( 112 , 512 ) 、工作环输入 ( 202 ) 和工作环输出 ( 206 ) , 每个节点有第二传输链路 ( 114 , 514 ) 、保护环输入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 ) , 第一和第二传输链路在相反方向发送信号, 该方法包括:

10 利用故障监视器装置 ( 222 , 224 , 402 ) 检测传输链路之一中的故障;

15 发送的信号从第二传输链路转换到第一传输链路, 与从该故障监视器装置来的引导的故障无关。

15. 一种用于恢复至少三个节点的通信网系统 ( 100 , 500 ) 的方法, 节点利用传输链路 ( 110 , 510 ) 彼此互连, 每个节点有第一传输链路 ( 112 , 512 ) 、工作环输入 ( 202 ) 和工作环输出 ( 206 ) , 每个节点有第二传输链路 ( 114 , 514 ) 、保护环输入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 ) , 第一和第二传输链路在相反方向发送信号, 该方法包括:

20 利用故障监视器装置 ( 222 , 224 , 402 ) 检测传输链路之一中的故障;

接收的信号从第一传输链路转换到第二传输链路, 与从该故障监视器装置来的引导的故障无关。

25 16. 一种用于恢复至少三个节点的通信网系统 ( 100 , 500 ) 的方法, 节点利用传输链路 ( 110 , 510 ) 彼此互连, 每个节点有第一传输链路 ( 112 , 512 ) 、工作环输入 ( 202 ) 和工作环输出 ( 206 ) , 每个节点有第二传输链路 ( 114 , 514 ) 、保护环输入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 ) , 第一和第二传输链路在相反方向发送信号, 该方法包括:

30 利用故障监视器装置 ( 222 , 224 , 402 ) 检测传输链路之一的恢复;

发送的信号从第二传输链路转换到第一传输链路。



17.一种用于恢复至少三个节点的通信网系统（100，500）的方法，节点利用传输链路（110，510）彼此互连，每个节点有第一传输链路（112，512）、工作环输入（202）和工作环输出（206），每个节点有第二传输链路（114，514）、保护环输入（204）和保护环输出（208），第一和第二传输链路在相反方向发送信号，该方法包括：

利用故障监视器装置（222，224，402）检测传输链路之一的恢复；

接收的信号从第一传输链路转换到第二传输链路。

18.一种用于恢复至少三个节点的通信网系统（100，500）的方法，节点利用传输链路（110，510）彼此互连，每个节点有第一传输链路（112，512）、工作环输入（202）和工作环输出（206），每个节点有第二传输链路（114，514）、保护环输入（204）和保护环输出（208），第一和第二传输链路在相反方向发送信号，该方法包括：

设定节点为工作状态；

15 检测在链路监视装置（222，224）中无光功率；

改变光转换装置（214，232，402）的状态；

改变光开关（266，264）的状态；

通知管理系统（116）：节点被保护；

设定节点为保护状态；

20 开始恢复；

改变断开开关的状态；

接通放大器（262，260）；

检测链路监视装置中的功率；

改变光转换装置的状态；

25 通知管理系统：节点在工作；和

设定节点为工作状态。

19.一种用于恢复至少三个节点（200，400）的通信网系统（100，500）的方法，节点利用传输链路（110，510）彼此互连，每个节点有第一传输链路（112，512）、工作环输入（202）和工作环输出（206），每个节点有第二传输链路（114，514）、保护环输入（204）和保护环输出（208），第一和第二传输链路在相反方向发送信号，该方法包括：

设定节点为工作状态;

检测在链路监视装置 ( 222, 224 ) 中的光功率; 和

设定节点为工作状态。

5     20. 一种用于恢复至少三个节点 ( 200, 400 ) 的通信网系统  
( 100, 500 ) 的方法, 节点利用传输链路 ( 110, 510 ) 彼此互连,  
每个节点有第一传输链路 ( 112, 512 )、工作环输入 ( 202 ) 和工作  
环输出 ( 206 ), 每个节点有第二传输链路 ( 114, 514 )、保护环输  
入 ( 204 ) 和保护环输出 ( 208 ), 第一和第二传输链路在相反方向发  
送信号, 该方法包括:

10     设定节点为工作状态;

检测链路监视装置 ( 222, 224 ) 中无光功率;

改变光转换装置 ( 214, 232, 402 ) 的状态;

改变光开关 ( 266, 264 ) 的状态;

通知管理系统 ( 116 ) 节点被保护;

15     设定节点为保护状态;

开始恢复;

改变断开开关的状态;

接通放大器 ( 262, 260 );

检测链路监视装置中无功率;

20     关断放大器 ( 262, 260 );

改变断开开关的状态;

通知管理系统: 节点被保护; 和

设定节点为保护状态。

25

# 说明书

## 自愈网络

### 发明技术领域

5 本发明涉及通信网的设备和方法，特别涉及自愈网络。

### 相关技术描述

在常规的自愈环结构、同步数字数列 SDH 或同步光纤网络 SONET 中，利用加入/取下多路复用器（ADM），该光纤只用作点对点的链路和在每个节点进行光-电变换。在这样的环中，瓶颈是由处理电子设备的速度构成的，和带宽共享是这个结构的特征，导致网络容量的限制。

10 在 Aly Elvefaie 的文章“Self-Healing Ring Network Architecture Using WDM for Growth”，ECOC 92，Tu P1.16 中叙述一种自愈环网络。它以二光纤 WDM 环网络叙述的，其中由单个主机服务的  $N - 1$  本地局始发业务。在两光纤环上的传输除了传播的方向之外是相同的；反向传播信号便于在光缆切断期间使网络存活。 $N - 1$  本地局的每一个局被指定一个唯一的波长用于发送到主机和从主机接收。

20 Sandtsara 的 PCT 申请 WO 93/00756 叙述了使用交叉连接节点的自愈双向逻辑环网络，该网络被分为独立的段。每段包括两个或多个节点，与不同方向工作的两条传输链路互连。当出现故障时，交叉连接保持段之间预选的互连模式。

在上述 PCT 申请 WO 93/00756 中叙述一种单向自愈网络。除了传输链路外，还有一条备用链路。发送的信号是双份的并且在同一时间在所述的两条链路中流动。然后目的地节点选择两个信号的较好一个信号。还要说明，在已知的单向和双向网络中的信号结构包括以固定速率工作的预定数量的子速率多路复用信道。

本发明注意到在通信网络中特别是自愈环网络中检测故障与重新发送该业务之间要用长的时间的问题。本发明还致力于在出现差错和必须在通信网中改换路由业务时大量的业务和数据可能丢失的问题。

30 根据本发明，通信网中的通信节点所以可以容易且迅速地检测该故障，在于检测是在该节点本身中进行。此外，该节点能够检测紧靠这个节点周围出现的网络中的故障。当检测到故障时，该节点能够很快地改

换路由任何业务并将另外从一个激活的工作状态进入保护状态。在差错识别之后，该节点将自愈，复原和自动地回到工作状态。

本发明的目的是得到一个自愈网络，其中节点快速地自愈。

另外的目的是节点无需用于愈合的网络管理。

5 优点是该节点可为本地业务加入/取出任何波长和旁通其它的。

另一个优点是如果光缆被切断或断开，所有业务可飞快地由该节点本身改换路由，在该节点本地控制系统内进行恢复，而不包含网络管理。

又一个优点是本发明缩短了网络恢复所需的时间。

10 另外的优点是网络恢复快，以便提供高质量的业务。

本发明借助于实现本发明的最佳方式进行叙述，其特征在于所附权利要求中提出的特性。

附图简述

图 1a 表示一个通信网络系统。

15 图 1b 表示链路切断的通信网络系统。

图 1c 表示有节点故障的通信网络系统。

图 2 表示详细的节点结构。

图 3 表示一个详细的首节点和一个尾节点。

图 4 表示一个修改的节点结构。

20 图 5a 表示一个总线通信网络系统。

图 5b 表示链路切断的总线通信网络系统。

图 6 表示工作状态节点变为首节点的方法的流程图。

图 7 表示保护状态的节点变为正常节点的方法的流程图。

图 8 表示工作状态的节点变为尾节点的方法的流程图。

25 图 9 表示保护状态的节点变为正常节点的方法的流程图。

实施例描述

图 1a 表示可实施本发明的一个通信环网络 100 的示意图。网络 100 具有以传输链路如光纤链路 110 互相连接的数量 N 的节点 102 - 108。

N 代表至少 3，表示网络 100 至少由三个节点组成。传输链路 110 包括：

30 第一传输链路或工作环 112，和第二传输链路或保护环 114。工作环 112 在一个传输方向传递业务，在图中为顺时针方向。保护环 114 在相反的传输方向传递业务，在图中为反时针方向。业务例如可以是电的、光的

能量或波长信道。如果使用波长信道，则有  $M$  个光的发送信道， $M$  可小于、等于或大于  $N$  节点。图 1a 还表示在其正常工作状态中的通信网络 100，这里  $M$  条光信道通过工作环 112 在一个方向上与光放大器自主发射（ASE）一起发送。在保护环 114 中，只是 ASE 功率在相反方向传播到工作环 112。这个通信网络 110 可以是波分复用自愈环通信网络 100，如图 1a 中那样。其它类型的网络例如是波分复用（WDM）网络，这里未示出，也可用作该通信网络系统。通信网络 100 中的每个节点 102 - 108 可包括光加入/取出多路复用器 118；OADM，它能够加入/取出波长信道或该节点专用的业务，即本地业务；和旁通其它的业务。一些波长的信道可专用于一个节点，另外一些波长信道将通过和进入工作环 112 中的下一个节点。

图 1b 表示有链路故障如在节点 102 与节点 104 之间的光缆切断的通信网 100。在节点 102 和 104 的内部本身已采取保护措施而不涉及网络管理系统 116，在故障事件时只是通知该网络管理系统 116。保护措施由该节点通过在工作/保护环 112、114 的节点本身中用电子设备与通/断信号相组合实现的。当出现链路故障如光缆切断时，该节点 102 由它自己检测并且它自己自动地将工作环 112 上的业务转移到保护环 114。然后离开节点 102 的所有业务回到保护环 114 和出现尾节点。当出现链路故障如光缆切断时，节点 104 也检测它自己并且通过它自己自动地将业务从保护环 114 转移到工作环 112。离开节点 104 的所有业务则回到工作环 112 并且出现一个首节点。节点 106 和 108 起着转接节点的作用，这意味着通常只在工作环 112 上发送的波长信道也在保护环 114 上发送，但只是通过节点 106 和 108 而不加入/取出任何波长信道。当发送的波长信道返回到工作环 112 上的该节点时，则加入/取出信道如在每个节点正常情况那样工作。

实际上至少有两类如光缆切断的链路故障；一类是在出现如光缆切断的故障时，只在工作环 112 中出现，另一类是在出现如光缆切断的故障时，只在保护环 114 中出现。当在工作环 112 上出现故障时，在该故障之后在业务方向顺时针中的第一节点 104 自动地由它自己改变其操作模式为首节点。在故障之前在业务方向顺时针中的最后节点 102 自动地由它自己改变其操作模式为尾节点。在第二种情况下，当在保护环 114 中出现如光缆切断的故障时，在故障前处于业务方向的最后节点 102 自

动地由它自己改变其操作模式为尾节点，而在故障后处于业务方向中的第一节点 104 自动地由它自己改变其操作模式为首节点。

图 1c 表示有节点故障的通信网 100，如在图 1b 中那样，将出现相同类型的重新配置，即改变操作模式，因此建立一个首节点，即节点 104 和一个尾节点，即节点 108。在这个例子中在首节点 104 与尾节点 108 之间也有转接节点 106。

图 2 表示根据本发明的光加入/取出多路复用器节点 200 的方框图，该节点可以是图 1 中的任何节点 102 - 108。节点 200 有一个工作环输入 202，它接到第一光传播装置，例如第一输入光链路 210，它可以是光纤。工作环输入 202 接到光转换装置的第一光输入 216，光转换装置例如第一光开关 214，它可被转换工作在直通（bar）或交叉状态。第二光传播装置例如可以是光纤的第二输入光链路 2020 被接到节点 200 的保护环输入 208。这个保护环输入 208 接到第一光开关 214 的第二光输入 218。第一光开关 214 在直通状态接到第一光输入 216，光开关 214 的第一光输出 230 接到光信道选择开关或波长选择开关 226 的第一光输入 228，光信道选择开关 226 也工作在直通或交叉状态。信道选择开关 236 的第一光输入 228 接到在直通状态的所述信道选择开关 226 的第一光输出 244。这个第一光输出 244 光连接到在线路终端 274 的输入 242，线路终端 274 与该节点相关。线路终端 274 的输出 246 光连接到信道选择开关 226 的第二输入 248。这个第二输入 248 在直通状态接到所述信道选择开关 226 的第二光输出 236，第二光输出 236 光连接到光转换装置如第二光开关 232 的第一输入 234。第二光开关 232 可工作在直通或交叉状态。第二光开关 232 的第二输入 238 接到第一光开关 214 的第二输出 240，第二输出 240 接到直通状态的第二输入 218。

处于直通状态的第二光开关 232 接到第一输入 234，开关 232 的第一输出 250 接到光放大器 260，光放大器 260 又接到第一光断开开关 264。这个开关 264 接到节点 200 中的工作环输出 206。工作环输出 206 接到第三光传播装置 270。在直通状态接到第二输入 238 的第二光开关 232 的第二输出 252 接到第二光放大器 262，放大器 262 又接到第二光断开开关 266。第二光断开开关 266 接到节点 200 中的保护环输出 204，保护环输出 204 接到第四光传播装置 272。

第一输入链路监视装置如第一故障监视器 222 光连接到第一光开关

214 的第一输入 216。第二输入链路监视装置如第二故障监视器 224 光耦合到第一光开关 214 的第二输入 218。第一功率检测监视器 254 光耦合到第二光开关 232 的第一输出 250，而第二功率检测监视器 256 光耦合到第二光开关 232 的第二输出 252。故障监视器 222 及 224、放大器 260 及 262、以及功率检测监视器 254 及 256 电气连接到控制装置或本地控制单元 258。单元 258 控制第一及第二光开关 214 及 232、波长选择开关 226 和第一及第二断开开关 264 及 266。本地控制单元 258 接到网络管理装置，即所谓的网络管理系统 116，它位于节点 200 之外。该网络管理系统也相应地接到其它节点。

接到光加入/取出多路复用器节点 200 的工作环输入 202 的第一光传播装置与接到工作环输出 206 的第三光传播装置 270 构成工作环 112 的一部分，参见图 1，在图 2 中，接到光加入/取出多路复用器节点 200 的保护环输入 208 的第二光传播装置 222 与接到保护环输出 204 的第四光传播装置 272 构成保护环 114 的一部分，参见图 1b。

当光加入/取出多路复用器节点 200 处于正常工作状态时(图 1a)，M 波长信道数从工作环输入 202 进入节点 200，而在通过处于直通状态中的第一光开关 214 之后它们到达波长选择开关 226。波长选择开关 226 执行波长信道加入/取出，即本地业务和旁通节点 200 的波长信道。波长选择开关 226 选择和取出专用于节点 200 的波长信道传给在其输入 242 (RX) 上的线路终端 274。线路终端 274 包括经过滤波设备接到输入 242 的光接收器和接到输出 246 的发送器。线路终端 274 还包括用于解调已调光(未示出)的装置，和用于变换该调制为电信号(未示出)的装置，还有用于经过电输出传递这些电信号到专用接收器的装置。线路终端 274 还经过电输入接收包含信息的电信号，这些信号通过网络 100 发送到接收器。电信号被变换，以便利用所选择的波长进行光调制，它被发送到该发送器以便加到网络 100。网络管理系统 116 经过标准接口与本地控制单元 258 通信。此后本地控制单元 258 控制波长选择开关 266 得到所要求的选择。波长选择开关 226 将来自线路终端 274 的新的本地业务加在输出 246 (TX)。网络管理系统 116 可命令哪些波长信道应加到工作环 112。波长选择开关 226 旁通和均衡不是专用于该节点的所有波长信道。所加上的波长信道和旁通来自波长选择开关 226 的波长信道通过处于直通状态的第二光开关 232，通过光放大器 260 (例如掺铒

的光纤放大器 EDFA ) 被放大和通过光断开开关 264 输入工作环输出 206 到达后面的 OADM 节点。如图 2 所示的, 保护环输入 208 接到保护环输出 204, 这是利用都处于直通状态的两个光开关 214 及 232 得到的。这不允许输入该节点保护环输入 208 的任何光功率简单地由第二光放大器 262 放大, 并且传送到保护环输出 204。

输入光加入/取出多路复用器节点 200 的波长信道具有不同的功率电平, 和为了避免不平衡的信道功率通过网络 100, 在每个节点 200 中需要波长信道的功率均衡。为了实现这样的功能, 由功率检测监视器 254 取出一定数量的输出光功率, 功率检测监视器 254 测量该光功率电平。光功率电平发送到本地控制单元 258, 后者计算每个波长信道的衰减值, 以便得到均衡。本地控制单元 258 发送该衰减值到波长选择开关 226, 后者选择地将它们加到相应的信道。

本发明涉及在两个节点之间例如节点 102 与 104 之间在链路有故障时利用节点的网络故障恢复, 见图 1b。

第一故障事件可能是在工作环 112 和保护环 114 有故障时。通信网络 110 则将借助节点 102 和 104 由它们自分别改变为图 1b 的首节点模式和尾节点模式进行重新配置。

为了发现第一传输链路或工作环 112 的故障如断开, 图 2 中的光加入/取出多路复用器节点 200 装备第一故障监视器 222, 它分支来自工作环输入 202 的一小部分输入光功率。这可能是波长信道和/或 ASE 功率。本地控制单元 258 从第一故障监视器 222 中得到信息, 并且如果有任何光功率, 则第一故障监视器 222 停留在其工作状态中。如果工作环 112 已有故障和如果改变业务到保护状态。则在第一故障监视器 222 上没有光功率。ASE 功率仍存在在保护环 114 中。由第一故障监视器 212 进行的业务丢失的任何检测由本地控制单元 258 开始进行节点 200 的重新配置。第一故障监视器 222 或本地控制单元 258 进入保护状态。在第一故障监视器 222 知道故障检测之后, 本地控制单元 258 将第一光开关 214 从直通状态转换到交叉状态。交叉状态中的第一光开关 214 意思是: 第一光开关 214 的第二光输入 218 与第一光开关 214 的第一光输出 230 互相连接。这意味着在保护环 114 上的 ASE 功率和/或业务被转移到工作环 112。本地控制单元 258 也将打开第二断开开关 266, 因此在转换之后既无业务也无 ASE 功率可加到保护环输出 204。这时节点 200 已进入



图 1b 所示的首节点模式。本地控制单元 258 与网络管理系统 116 通信并且通知：节点 104 已变为一个首节点。

首节点从保护状态恢复到工作状态的过程由网络管理系统 116 开始，网络管理系统 116 与本地控制单元 258 通信。为了从首节点开始恢复过程，本地控制单元 258 则闭合第二断开开关 266，并且接通第二光放大器 262，如果该链路无故障如光纤未损坏，则光功率在业务改道中可到达前一个节点（尾节点）。本地控制单元 258 检查第一故障监视器 222 是否从工作环输入 202 中检测到任何光功率。这个功率可以是波长信道和/或 ASE 功率。如果第一故障监视器 222 检测光功率，则该节点进入工作状态。第一故障监视器 222 或本地控制单元 258 进入工作状态。本地控制单元 258 将第一光开关 214 从交叉状态转换到直通状态，因此可从工作环输入 202 收到业务。这时该业务通过工作环输入 202 到工作环输出 206，这表示在工作环 112 的业务返回，ASE 功率从保护环输入 204 到保护环输出 208。本地控制单元 258 通知网络管理系统 116 该节点 104 回到工作状态。如果第一故障监视器 222 没有检测到任何光功率，它将停留在其保护状态中。在一定时间之后，例如 500ms，本地控制单元 258 关断第二光放大器 262，打开第二断开开关 266 并且取消该恢复过程。本地控制单元 258 通知网络管理系统 116，节点 104 的恢复已被取消。

为了发现，如第二传输链路或保护环 112 损坏，图 2 中的光加入/取出多路复用器节点 200 装备第二故障监视器 224，它从保护环输入 208 分流一小部分输入光功率。这可以是 ASE 功率和/或波长信道。本地控制单元 258 从第二故障监视器 224 得到信息，而如果没有任何光功率，第二故障监视器 224 停留在其工作状态中。如果保护环 114 已有故障和如果业务改变到保护状态，在第二故障监视器 224 上没有光功率，ASE 功率可仍然在工作环 112 中存在，由第二故障监视器 224 进行 ASE 功率或业务丢失的任何检测由本地控制单元 258 开始进行节点 200 的重新配置。第二故障监视器 224 或本地控制单元 258 进入保护状态。在第二故障监视器 224 知道故障检测之后，本地控制单元 258 将第二光开关 232 从直通状态转换到交叉状态。第二光开关 232 在交叉状态表示：第二光开关 232 的第一光输入 234 和第二光开关 232 的第二光输出 252 互相连接。这意味着：在工作环 112 上的业务转移到保护环 114。本地控制单

元 258 也将打开第一断开开关 264，因此在转换之后既没有业务也没有 ASE 功率可加到工作环输出 202。这时节点 200 已进入尾节点模式，如在图 1b 中那样。本地控制单元 258 与网络管理系统通信并通知网络管理系统 116，节点 102 已变为尾节点。

5 尾节点从保护状态恢复到工作状态的过程由网络管理系统 116 开始，系统 116 与本地控制单元 258 通信为了从尾节点恢复过程，本地控制单元 258 则闭合第一断开开关 264 并且接通第一光放大器 260，如果该链路无故障，如光纤未破损，则在业务转向之后光功率可到达后一节点（首节点）。本地控制单元 258 检查第二故障监视器 224 是否从保护环输入 208 中检测任何光功率。这功率可以是波长信道和/或 ASE 功率。如果第二故障监视器 224 检测光功率，则节点进入工作状态。第二故障监视器 224 或本地控制单元 258 进入工作状态。本地控制单元 258 将第二光开关 232 从交叉状态转换到禁止状态，使得业务可返回到工作环输出 206，这时业务通过工作环输入 202 到工作环输出 206，这表示在工作环 112 上的业务返回。 ASE 功率从保护环输入 204 到保护环输出 208。本地控制单元 258 通知网络管理系统 116：节点 102 已返回到工作状态。如果第二故障监视器 224 没有检测到任何光功率，它将停留在其保护状态中。在一定时间之后，例如 500ms，本地控制单元 258 关断第一光放大器 260，打开第一断开开关 264 并取消恢复过程。本地控制单元 258 通知网络管理系统 116：节点 102 的恢复已被取消。

25 尽管节点 102 和节点 104 之间链路有故障，也没有业务丢失。业务将在通信网络 100 的首节点 104 和尾节点 102 之间传送，它们仍然检测光能量，即在图 2 的它们的故障监视器 222、224 二者上的信号、保持它们正常的配置。这允许网络 100 保持工作环 112 的正常功能。尾节点 108 将所有的波长信道很快地从工作环输入 202 转移到保护环输出 204。首节点 104 将所有波长信道很快地从保护环输入 208 转移到工作环输出 206。由尾节点到保护环 114 业务转向到达首节点，首节点返回到工作环 112 并且形成一环路。在首节点和尾节点之间至少有一个节点，这（些）节点在这种情况下作为转接节点 106、108 工作。转接节点 106、108 正是不是首或尾节点的节点。它们可在工作环 112 和/或保持环 114 上加入/取出波长信道、旁通波长信道。

在图 3a 中，第二故障事件可能是只在工作环 112 上有故障时。如

果工作环 112 有故障，如损坏，第一故障监视器 222 检测信号丢失并开始节点 104 重新配置为首节点，见第一故障事件，它打开第二断开开关 266。这使得在前面节点 102 的第二故障监视器 224 信号丢失，前面节点 102 则开始节点 102 重新配置为尾节点，见第一故障事件，它打开第一断开开关 264。

在图 3b 中，第三故障事件可能是只在保护环 114 上有故障时。如果保护环 114 有故障，如断开，则单个节点恢复动作是相同的，但是与第二故障事件相比，是以相反的序列顺序进行。这意味着首先是尾节点然后首节点出现，得到与第一故障事件相同的节点状态和通信路径。

本发明还涉及当一个节点如图 1c 的 102 有故障时具有与第一故障事件中相同过程的故障恢复。差别是不同的节点将变为首节点和尾节点。在这个故障事件中，节点 104 将变为首节点 104，见第一故障事件，而节点 108 将变为尾节点 108，见第一故障事件。故障节点 102 与图 1c 中的其它节点隔离开。

上述恢复任何故障事件的过程以与从保护状态恢复首节点和从保护状态恢复尾节点相同的方式进行。

图 4 表示可作为首节点和/或尾节点的替代节点 400 的方框图。替代节点 400 可以是根据本发明的图 1 中的任一个节点 102 - 108。替代节点 400 有工作环输入 202，接到第一光传播装置 210，例如光纤。工作环输入 202 接到光开关或光开关装置 402 的第一光输入 404，光开关装置 402 可被转换工作在例如直通状态、第一交叉状态和/或第二交叉状态。也可能是光纤的第二光传播装置 220 接到节点 400 的保护环输入 208。这个保护环输入 208 接到光开关 402 的第二光输入 406。处于直通状态耦合到第一光输入 404 的光开关 402 的第一光输出 408 接到第一光断开开关 264。第三光传播装置 270 接到工作环输出 206，工作环输出 206 接到第一光断开开关 264。在直通状态耦合到第二光输入 406 的光开关 402 的第二光输出 410 接到第二光断开开关 266。第四光传播装置 272 接到保护环输出 204，后者接到第二光断开开关 266。第一故障监视器 222 光连接到光开关 402 的第一输入 404。第二故障监视器 224 光耦合到光开关 402 的第二输入 406。故障监视器 222 和 224 及光开关 402 电连接到控制装置或本地控制单元 258，后者控制第一和第二断开开关 264 和 266。本地控制单元 258 接到网络管理装置或网络管理系统

116, 后者在该节点之外。网络管理系统 116 相应地也接到其它节点。

当替代节点 400 为工作状态时, 如图 1a 所示的, 数量 M 的波长信道从工作环输入 202 进入节点 400, 而且它们通过处于直通状态的光开关 402。本地控制单元 258 控制光开关 402, 并且经过标准接口与网络  
5 管理系统通信。如图 4 中所示的, 第一光传播装置 210 和工作环输入 202 经过处于直通状态的光开关 402、第一断开开关 264、工作环输出 206 接到第三光传播装置 270, 并且构成图 1a 的工作环 112 的一部分。也如图 4 中所示的, 第二光传播装置 220 及接到第二光传播装置 220 的保护环输入 208 经过处于直通状态的光开关 402、第二断开开关 226 连到  
10 保护环输出 204, 构成图 1a 所示的保护环 114 的一部分。

替代节点 400 可作为上述的工作节点、首节点、尾节点或转换节点工作。

为了在第一传输链路或工作环中发现故障如断开, 图 4 中的节点 400 装备第一故障监视器 222。监视器 222 从工作环输入 202 中分流少量的光功率。这可以是波长信道和/或 ASE 功率。本地控制单元 258 从  
15 第一故障监视器 222 得到信息, 而如果有任何光功率, 则故障监视器 222 停留在其工作状态。如果工作环 112 已有故障, 则故障监视器 222 转换到保护状态。ASE 功率仍存在于保护环 114 中。由第一故障监视器 222 进行业务丢失的任何检测由本地控制单元 258 开始进行, 节点 400 的重  
20 新配置。第一故障监视器 222 或本地控制单元 258 转入保护状态。在故障检测之后, 本地控制单元 258 将光开关 402 转换到第一交叉状态。第一交叉状态是指光开关 402 的第二输入 406 和光开关 402 的第一输出 408 互相连接。这意味着: 保护环 114 上的 ASE 功率和/或业务折叠到工作环 112 上。本地控制单元 258 还将打开第二断开开关 266, 因此在  
25 转换之后没有任何业务或 ASE 功率可进入保护环输出 204。这时节点 400 已进入首节点。本地控制单元 258 这时与网络管理系统 116 通信并且通知节点 104 已变为首接点。

首节点的恢复过程以与前述的相同方式进行。差别是光开关 402 将回到直通状态, 这表示光开关 402 的第一光输入 404 耦合到光开关 402  
30 的第一光输出 408。

为了发现第二传输链路或保护环的故障如断开, 图 4 中的节点 400 装备第二故障监视器 224。监视器 224 从保护环输入 208 分流少量的光

功率。这可能是 ASE 功率和/或波长信道。本地控制单元 258 从第二故障监视器 224 中得到信息，而且如果有任何光功率，则故障监视器 224 停留在其工作状态。如果保护环 114 已有故障，则故障监视器 224 转换到保护状态。ASE 功率仍然可出现在工作环 112 中。第二故障监视器 224 进行的业务丢失的任何检测开始由本地控制单元 258 进行节点 400 的重新配置。第二故障监视器 224 或本地控制单元 258 转入保护状态。在故障检测之后，本地控制单元 258 转换光开关 402 到第二交叉状态。第二交叉状态是指光开关 402 的第一输入 404 和光开关 402 的第二输出 410 互相连接。这意味着工作环 112 上的业务折叠到保护环 114。本地控制单元 258 还打开第一断开开关 264，因此在转换之后业务或 ASE 功率都不能进入工作环输出 202。节点 400 将变为尾节点。本地控制单元 258 与网络管理系统 116 通信并且通知网络管理系统 116：节点 102 已变为尾节点。

该首节点的恢复过程以前述的相同方式进行。唯一差别是光开关 402 回到直通状态，这意味着光开关 402 的第二光输入 406 耦合到光开关 402 的第二光输出 410。

节点 400 可同时作为首节点和尾节点。与上述的不同是：当节点 400 变为首节点和尾节点时，第一及第二断开开关 264 及 266 不打开。由于光开关 402 使不同业务方向互相分开，所以从首节点来的业务不会与从尾节点来的业务冲突。

图 5a 表示一个替代的通信网络即实现本发明的总线通信网络 500 的示意图。总线通信网络 500 具有以总线传输链路如总线光链路 510 互相连接的数量 N 的节点 502 - 508。在一端有第一节点或开始节点 502，它可能指定类似节点 200 或 400，在相对端有第 N 个或端节点 508，它可能指定类似节点 200 或 400。总线传输链路 510 包括第一总线传输链路或工作链路 512 和第二总线传输链路或保护链路 514。在开始节点 502 上，工作链路 512 与保护链路 514 连接，和节点 502 作为尾节点，见第一故障事件。在端节点 508 上，保护链路 514 与工作链路 512 连接和节点 508 作为首节点，见第一故障事件。总线通信网 500 由第一节点 502、端节点 508、工作链路 512 和保护链路 514 一起构成。总线通信网 500 在一个方向通过工作链路 512 并且在相反方向通过保护链路 514 发送波长信道。图 5a 还表示在工作状态中的总线通信网 500，这意味着 N 波

长信道与 ASE 功率一起在一个方向通过工作链路 512 传送到保护链路 514。这个总线通信网 500 也可能是波分复用自愈总线通信网。在这里未示出的其它类型总线通信网可用作该总线通信网。总线通信网 500 中的每个节点可包括一个光加入/取出多路复用器,该多路复用器能够加入/取出专用于该节点的业务即本市业务的信道并且旁通其它信道。诸如图 4 中的其它节点可用作首节点、尾节点或转接点。总线通信网 500 工作如前所述的。

图 5b 表示线路故障如可能出现电缆切断的两个地方 A 及 B 的例子。电缆切断可在总线通信网的任何地方。在电缆切断之后的每个节点将作为首节点而在电缆切断前的每个节点作为尾节点,正如前面结合图 2 和图 4 所述的。

图 6 表示一个节点变为在本部分前面叙述的图 1b 的首节点 104 的方法,主要步骤如下:

- 工作状态, 方框 600;
  - 15 - 故障监视器 222 分流光功率, 方框 602;
  - 分流的信息到控制单元 258, 方框 604;
  - 在故障监视器 222 中有任何光功率吗? 方框 606;
- 如果在方框 606 的问题为否, 则采取以下主要步骤:
- 节点到保护状态, 方框 608;
  - 20 - 光开关 214 到交叉状态, 方框 610;
  - 打开断开开关 266, 方框 612;
  - 通知管理系统 116; 节点是首节点, 方框 614;
  - 保护状态(首节点), 方框 616。

如果在方框 606 的问题为是, 则采取以下主要步骤:

- 25 - 工作状态, 方框 620;

图 7 表示在保护状态中的节点如何变为正常节点的方法,这是在本部分中先前叙述的,主要步骤如下:

- 保护状态(首节点), 方框 700;
- 首节点恢复开始, 方框 702;
- 30 - 闭合断开开关 266, 方框 704;
- 接通放大器 262, 方框 706;
- 在故障监视器 222 中有任何光功率吗? 方框 708;

如果在方框 708 的问题为是，则采取以下主要步骤：

- 节点到工作状态，方框 710；
- 光开关 214 到直通状态，方框 712；
- 通知管理系统 116 节点正常，方框 714；
- 5      - 工作状态，方框 716；

如果在方框 708 的问题为否，则采取以下主要步骤：

- 关断放大器 262，方框 720；
- 打开断开开关 266，方框 722；
- 通知管理系统 116 那个节点是首节点，方框 724；
- 10    - 保护状态（首节点），方框 726。

图 8 表示节点变为图 1b 的尾节点的方法，这是在本部分中先前叙述的，主要步骤如下：

- 工作状态，方框 800；
- 故障监视器 224 分流光功率，方框 802；
- 15    - 分流的信息到控制单元 258，方框 804；
- 在故障监视器 224 中有任何光功率吗？方框 806；

如果在方框 806 的问题为否，则采取以下主要步骤：

- 节点到保护状态，方框 808；
- 光开关 232 到交叉状态，方框 810；
- 20    - 打开断开开关 264，方框 812；
- 通知管理系统 116：那个节点是尾节点，方框 814；
- 保护状态（尾节点），方框 816。

如果在方框 806 的问题为是，则采取以下主要步骤：

- 工作状态，方框 820。
- 25      图 9 表示保护状态中的节点如何变为正常节点的方法，这是在本部分中先前叙述的。主要步骤如下：

- 保护状态（尾节点），方框 900；
- 尾节点恢复开始，方框 902；
- 闭合断开开关 264，方框 904；
- 30    - 接通放大器 260，方框 906；
- 在故障监视器 224 中有任何光功率吗？方框 908；

如果在方框 908 的问题为否，则采取以下主要步骤：

- 节点到工作状态，方框 910；
- 光开关 232 为直通状态，方框 912；
- 通知管理系统 116：那个节点是正常的，方框 914；
- 工作状态，方框 916；

5 如果在方框 908 的问题为是，则采取以下主要步骤：

- 关断放大器 260，方框 920；
- 打开断开开关 264，方框 922；
- 通知管理系统 116：那个节点是尾节点，方框 924；
- 保护状态（尾节点），方框 926。

10 优点是信道选择开关不参与节点重新配置过程。这意味着：它不受任何瞬变的影响从而业务路由和在节点重新配置程序期间加入/取出功能是稳定的。

上述的发明是以光学解决方案叙述的，但是这不是必要的要求。

15 上述的发明可在不脱离其精神或基本特征的情况下以其它具体形式实现。因此，从各方面讲这些实施例被认为是说明性的而不是限制性的；本发明的范围由所附权利要求而不以前面的叙述表明，在权利要求的含义及等效范围内的所有改变都被包含在其中。



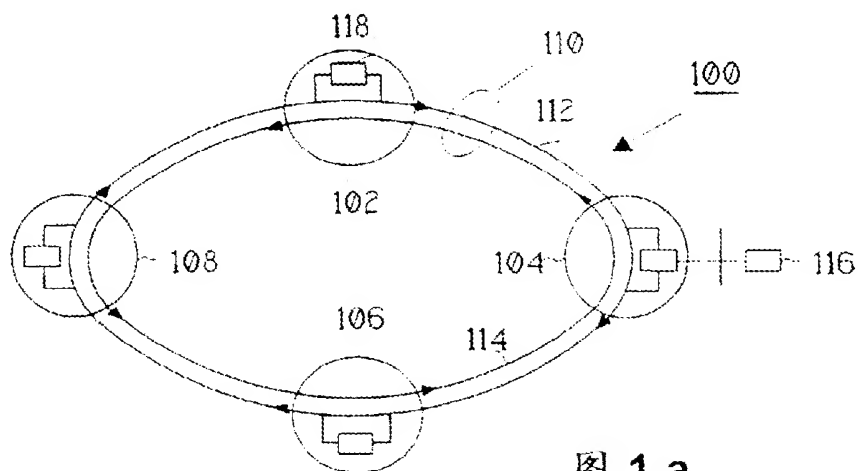


图 1 a

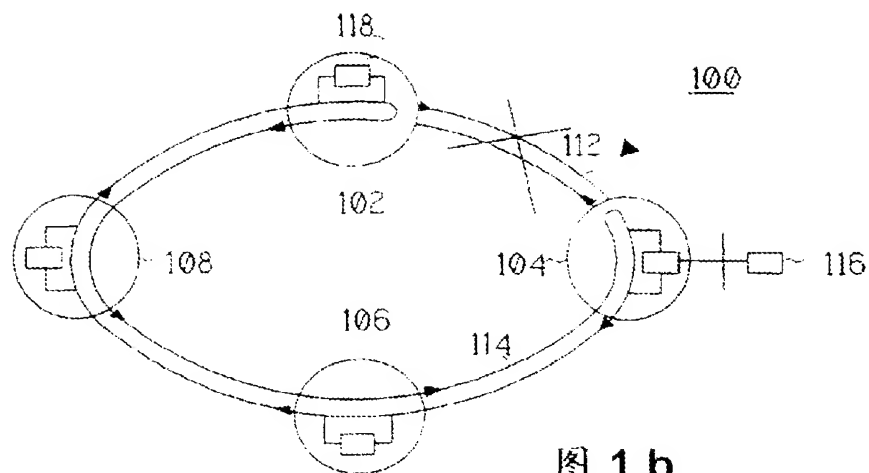


图 1 b

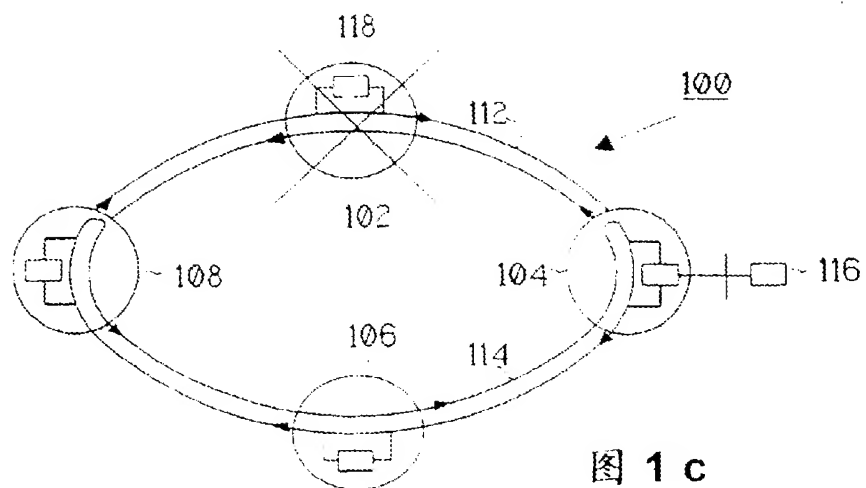


图 1 c

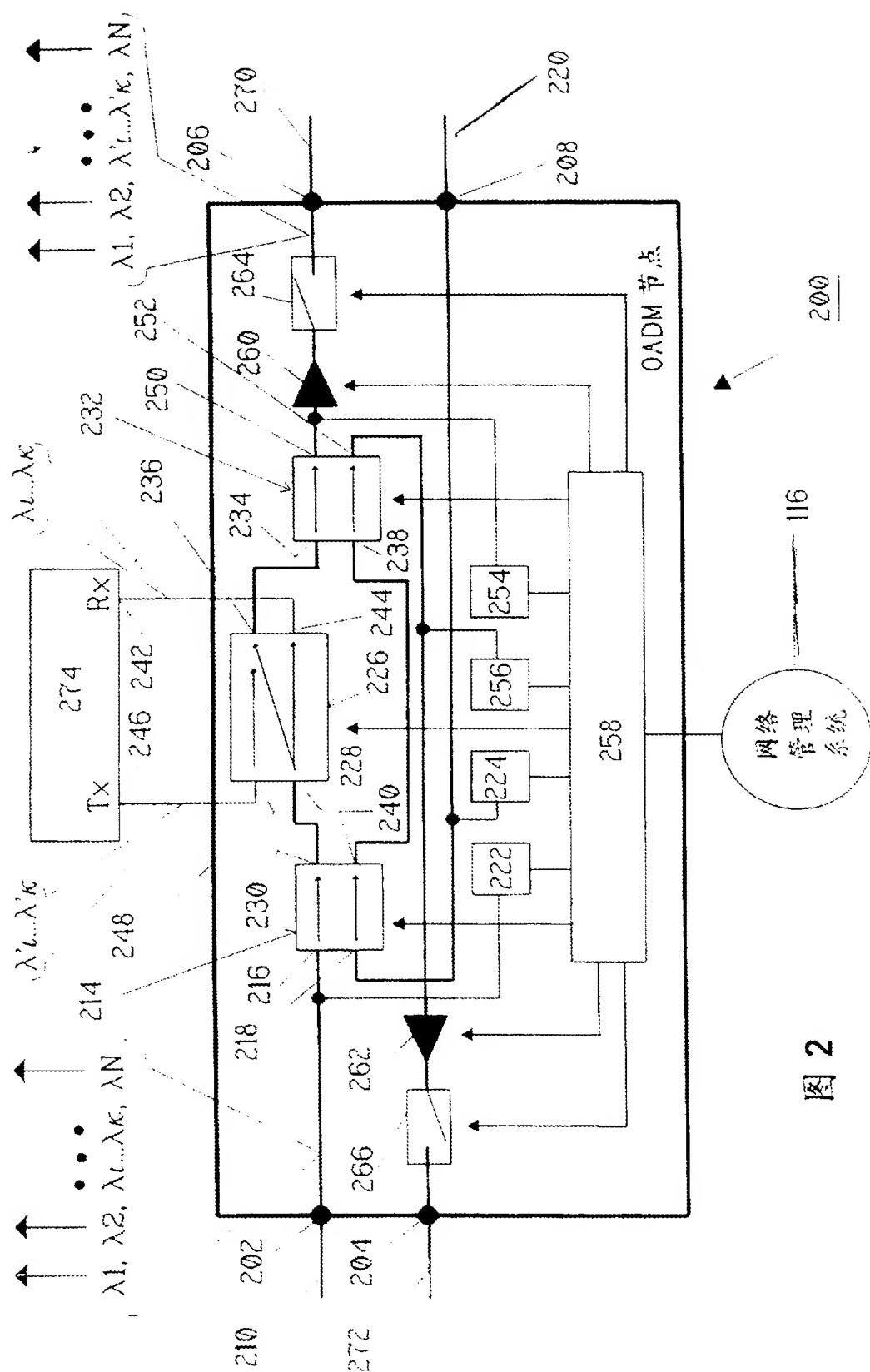
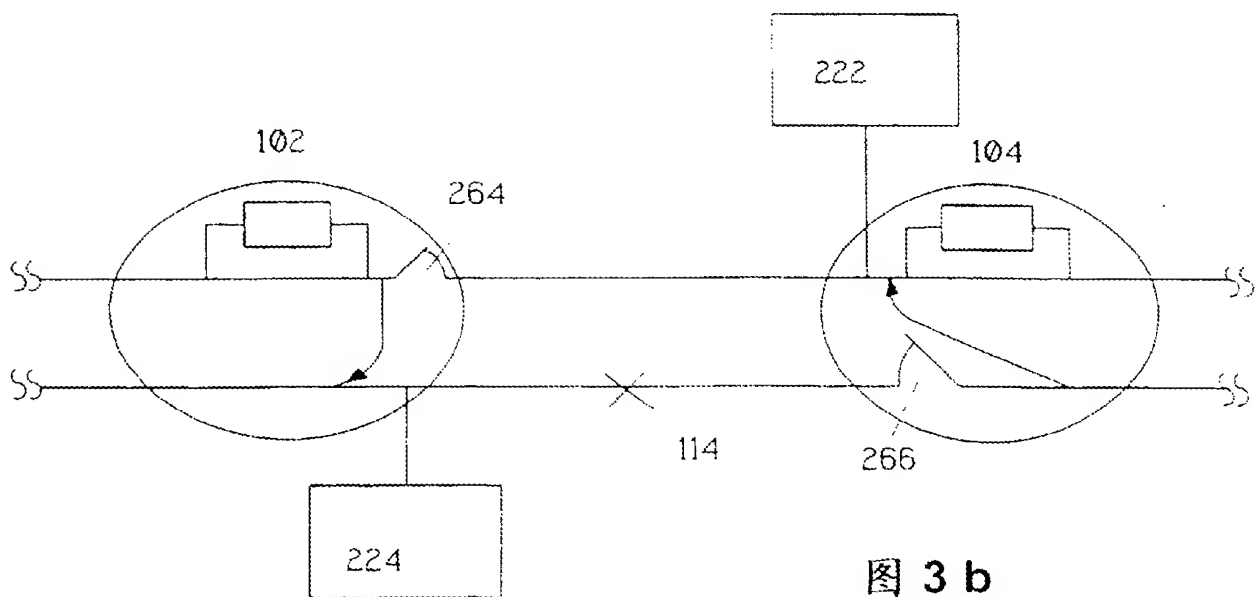
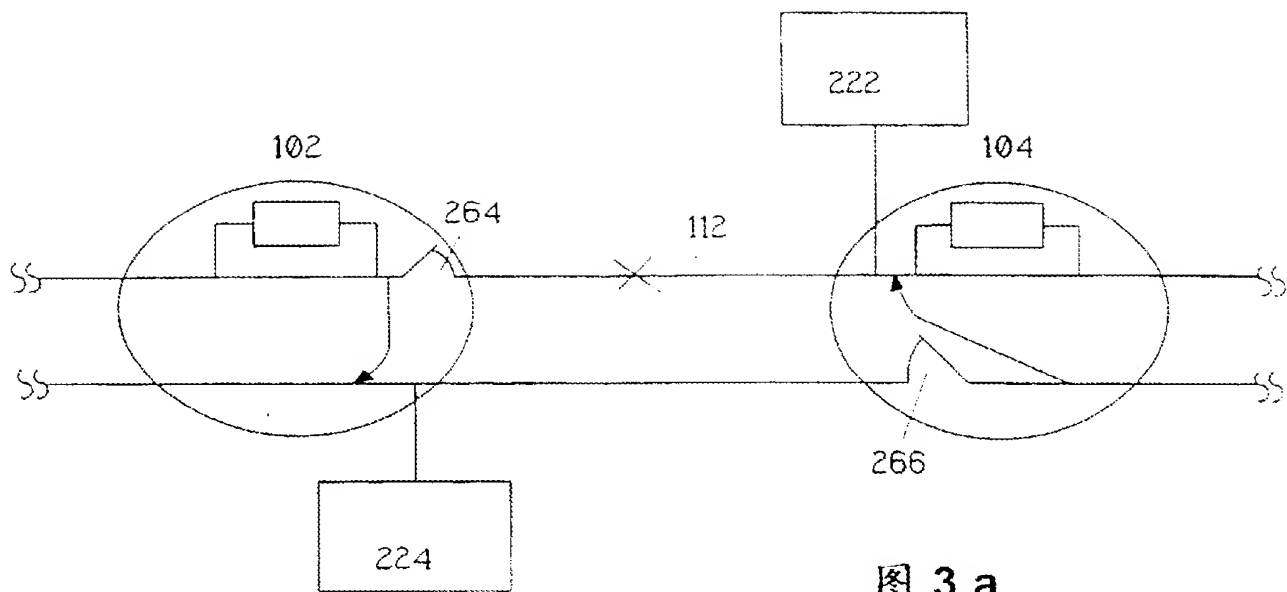


图 2



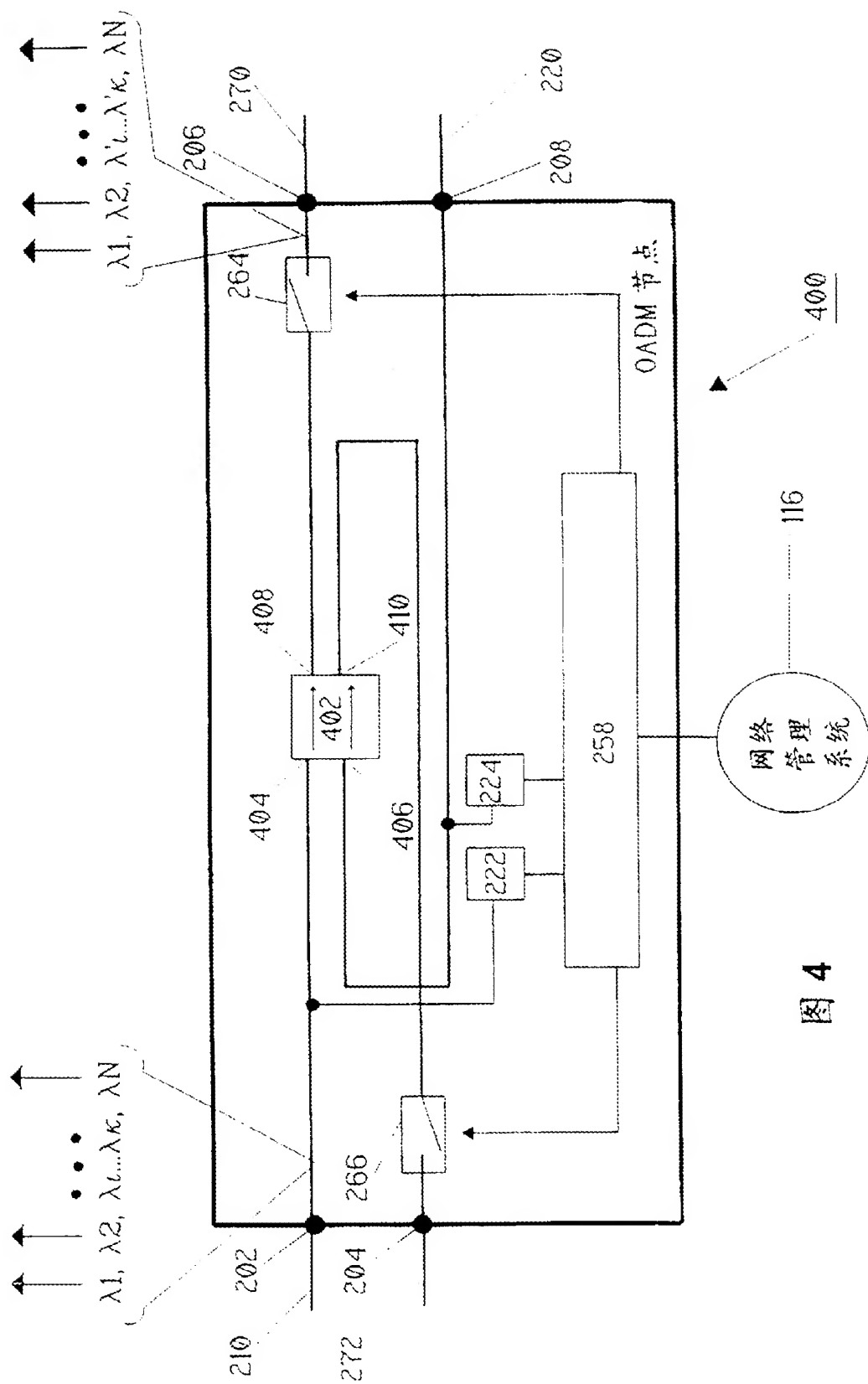


图 4

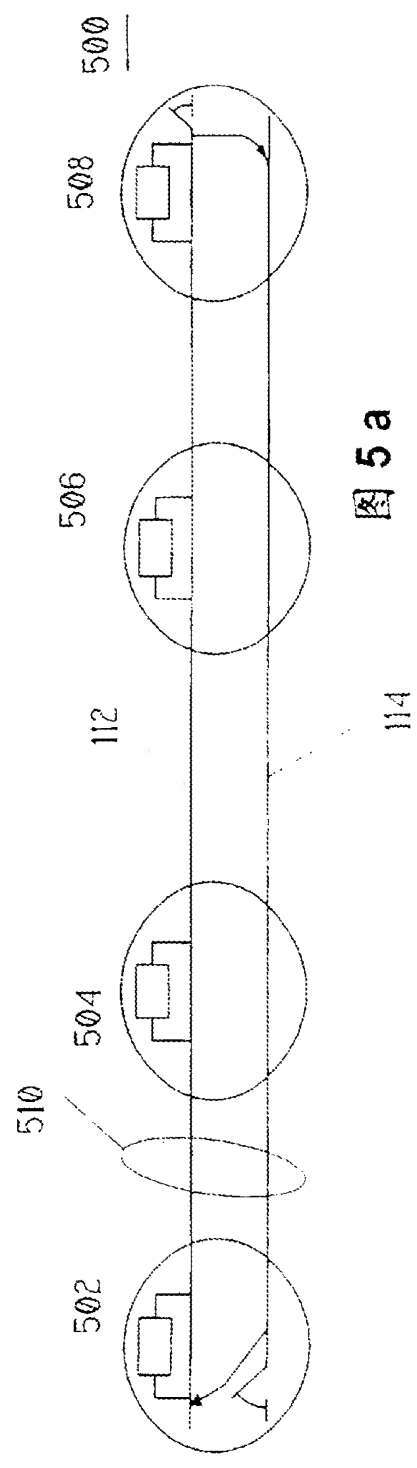


图 5 a

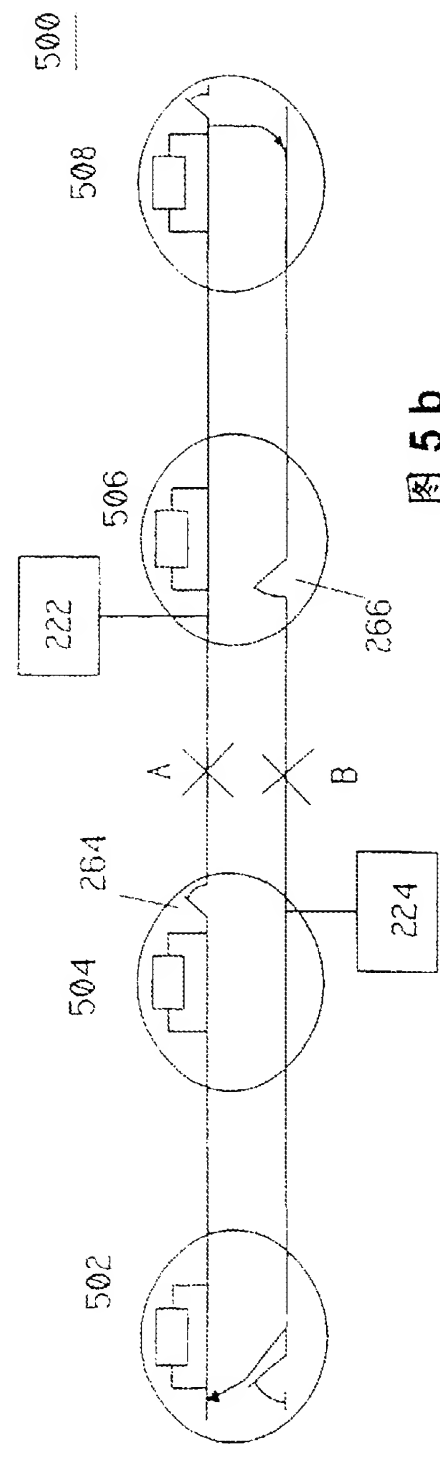


图 5 b

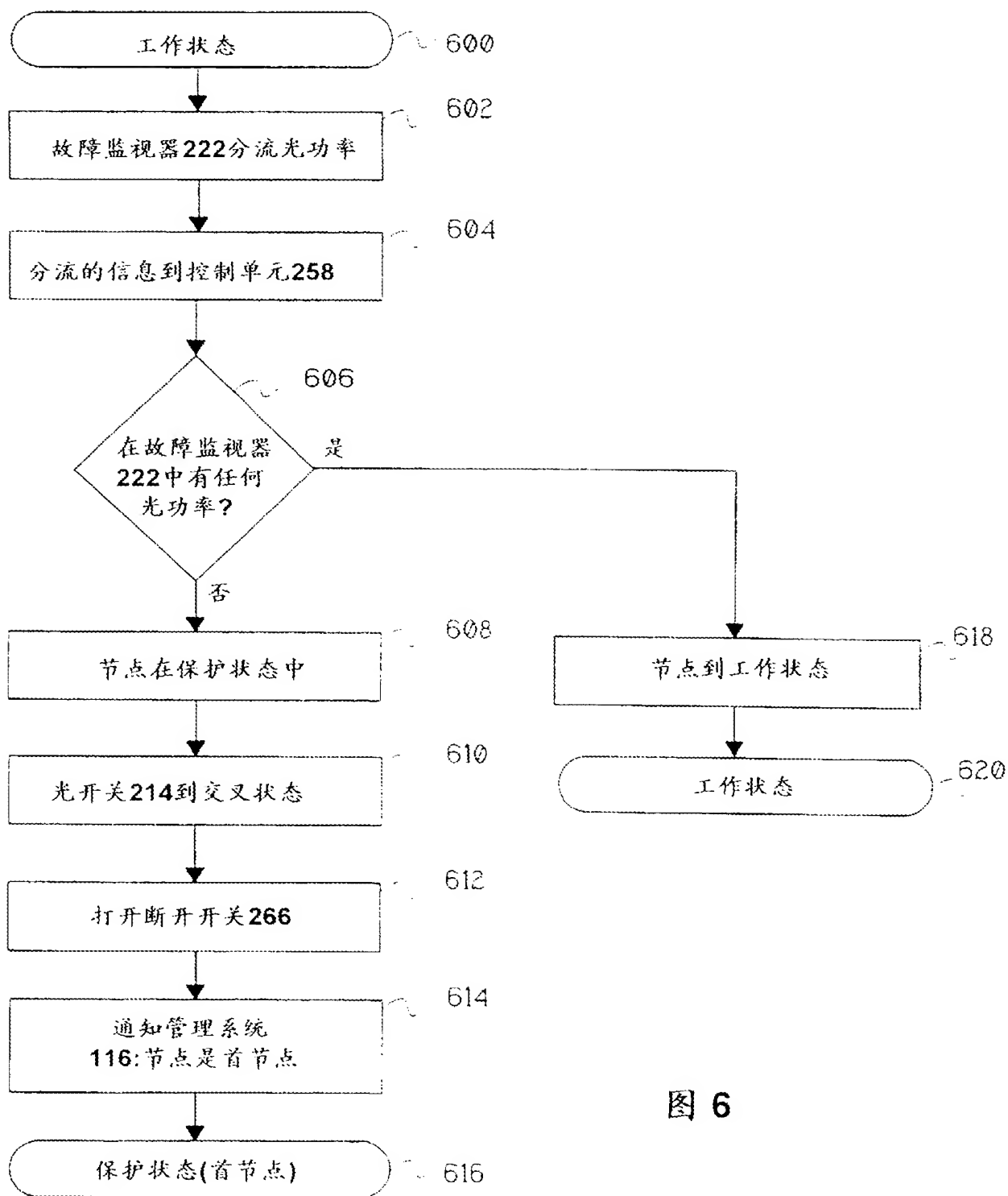
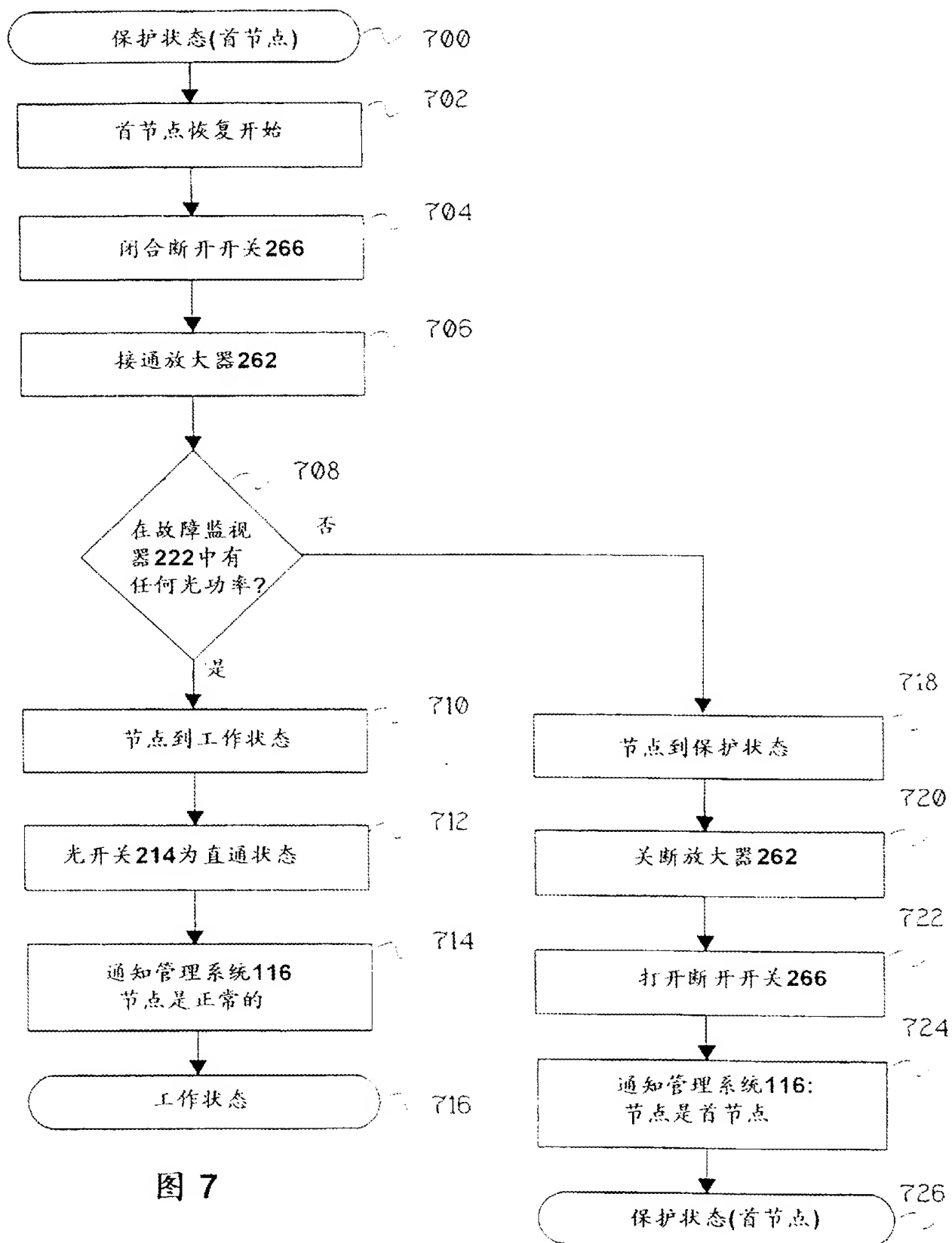


图 6



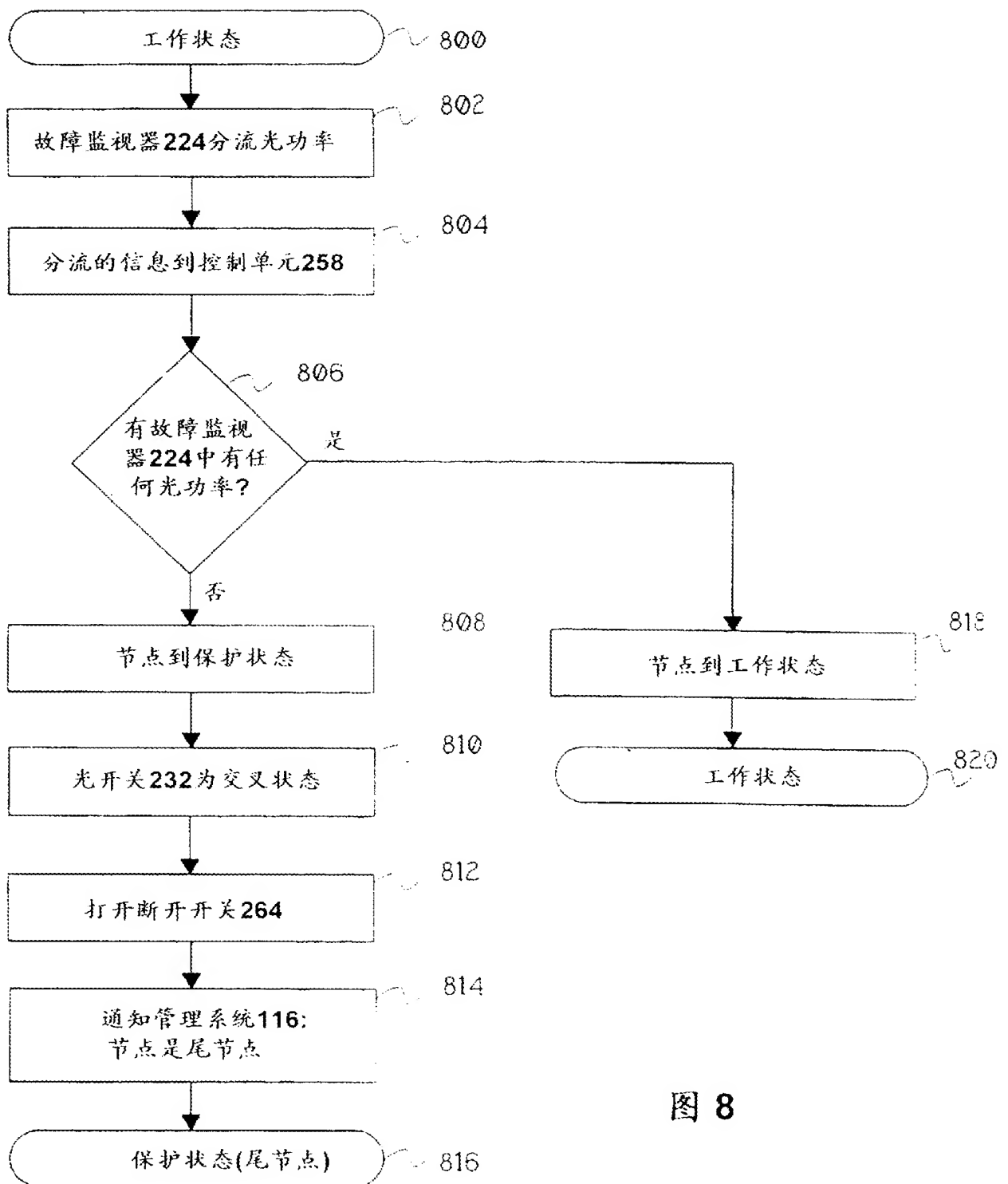


图 8



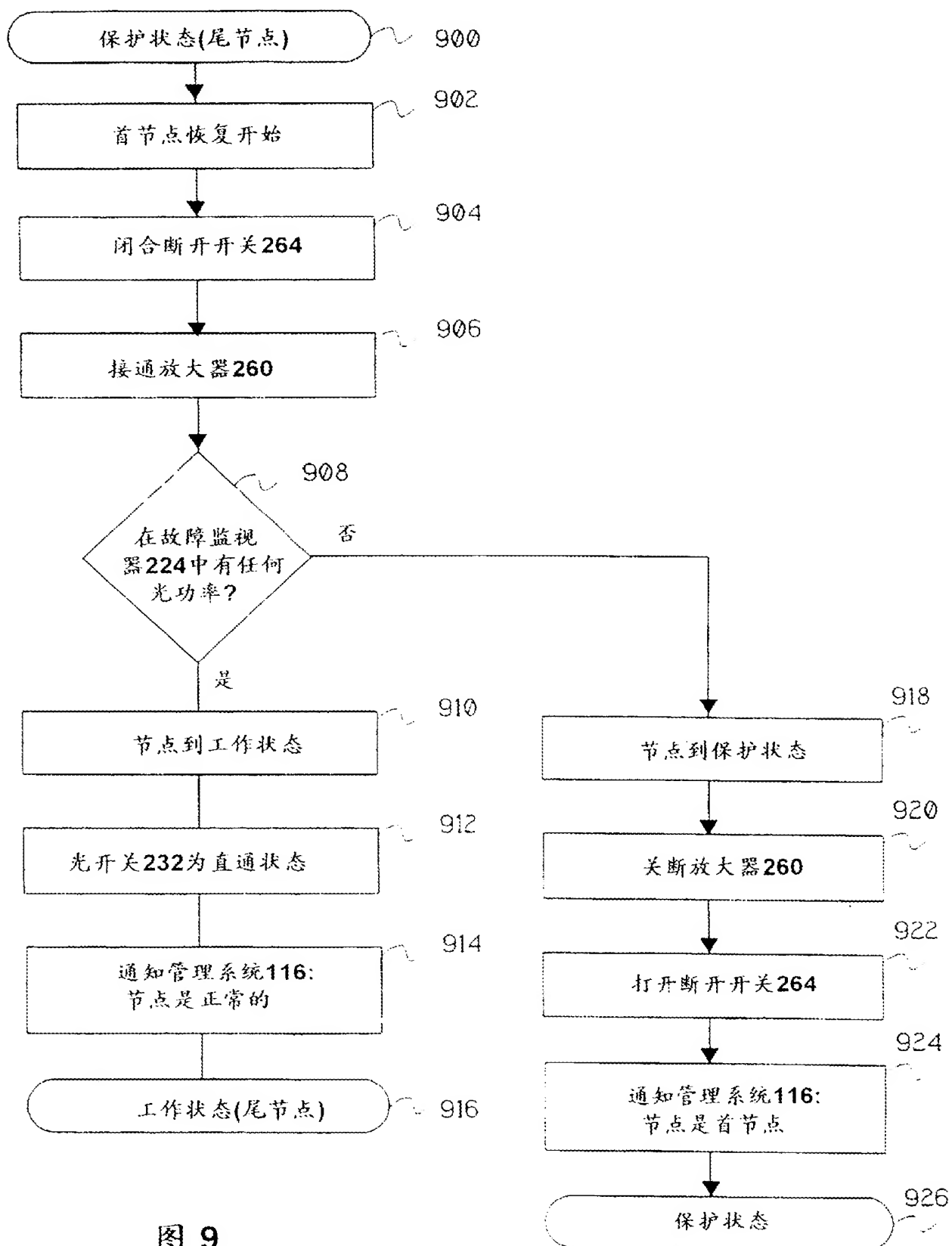


图 9